

受付ID	15a-4
分野	物質科学

強レーザー場における原子・分子過程の理論計算

Theoretical Simulation on Atomic and Molecular Processes in Intense Laser Fields

全 曉民 (TONG, Xiao-Min)
筑波大学計算科学研究センター

1. 研究目的

大規模な数値計算で強レーザー場における原子・分子基礎な動的過程の解明、共同実験観測結果の解釈を本研究目的の一つである。もう一つの研究目的は基礎過程理解の上に、強レーザー場により、原子分子光吸収過程制御方法の探索である。

2. 研究成果の内容

(1) 理論計算で2色円偏光レーザー場中 Ar 原子電離のメカニズムを解明した。特に電子の運動量と2色レーザーの回転関係(同回転と逆回転)を明らかにした。その研究結果を Physical Review A の Rapid Communication に発表した。更に、我々の計算結果によると、電離確率も2色レーザーの同回転と逆回転に依存するが、トンネル電離理論の予測と違う。最新の実験結果は我々の予測と一致することを明らかになった。(2) 大規模な計算で赤外線強レーザーによるアト秒レーザーで Ar 原子の2重電離について、我々の理論計算と実験共同で産出量の制御方法を探索した。強レーザー場中 Ar 原子光吸収の2重電離過程制御のメカニズムを解明した。特に二つのメカニズム(共鳴、非共鳴過程)を明らかにした。研究結果をこの分野で有名な雑誌、Physical Review Letters に発表した。

3. 学際共同利用として実施した意義

(1)と(2)の理論研究は大規模な数値計算が必要である。例えば(1)の計算は HA-PACS 32 ノード 300 時間を使用した。もし、HA-PACS を使用しないとその研究はできなくなってしまう。

4. 今後の展望

2色円偏光レーザー中の原子電離過程の研究を続けて、今予測した現象は他の原子で再現できるかどうかを究明したい。

5. 成果発表

(1) 学術論文 (HAPACS の謝辞付け論文)

- 1) N Shivaram, [XM Tong](#), H Timmers and A Sandhu, "Attosecond Quantum-Beat Spectroscopy in Helium", J. Phys. B: At. Mol. Opt. **49** (2016) 055601:1-7.
- 2) V Wanie, H Ibrahim, S Beaulieu, N Thire, B Schmidt, DY Peng, AS Alnaser, I Litvinyuk,

- XM Tong, F Legare, “Coherent control of D_2/H_2 dissociative ionization by a mid-infrared two-color laser field”, J. Phys. B: At. Mol. Opt. **49** (2016) 025601:1-9.
- 3) H Li, XM Tong, N Schirmel, G Urbasch, K Betsch, S. Zharebtsov, F Sussmann, AKessel, SA Trushin, GG Paulus, KM Weitzel, MF Kling, “Intensity dependence of the dissociative ionization of DCI in few-cycle laser fields”, J. Phys. B: At. Mol. Opt. **49** (2016) 015601:1-8.
- 4) G Wachter, S Nagele, SA Sato, R Pazourek, M Wais, C Lemell, XM Tong, K Yabana, and J Burgdorfer, “Protocol for observing molecular dipole excitations by attosecond self-streaking”, Phys. Rev. A **92** (2015) 061403(R):1-5.
- 5) G Wachter, SA. Sato, C Lemell, XM Tong, K Yabana, and J Burgdorfer, “Controlling ultrafast currents by the nonlinear photogalvanic effect”, New J Phys. **17** (2015) 12036:1-8.
- 6) XM Tong, G Wachter, SA Sato, C Lemell, K Yabana, and J Burgdorfer, “Application of norm-conserving pseudopotentials to intense laser-matter interactions”, Phys. Rev. A **92** (2015) 043422:1-9.
- 7) C Mancuso, DD Hickstein, P Grychtol, R Knut, O Kfir, XM Tong, F Dollar, D Zusin, M Gopalakrishnan, C Gentry, E Turgut, JL Ellis, MC Chen, A Fleischer, O Cohen, HC Kapteyn, and MM Murnane, “Strong-field ionization with two-color circularly polarized laser fields”, Phys. Rev. A **91** (2015) 031402:1-7 (R).

(2) 学会発表

- 1) XM Tong and N Toshima, “Steering the electron motion by two counter-rotating circularly polarized short intense laser pulses”, XXIX International Conference on Photonic, Electronic, and Atomic Collisions (ICPEAC2015) 22–28 July 2015, Toledo, Spain
- 2) P Ranitovic, XM Tong, D Hickstein, MM Margaret, H Kapteyn, “Control of Attosecond Electron Diffraction by Elliptical Long-Wavelength Radiation”, APS Division of Atomic and Molecular Physics Meeting 2015, abstract #C4.008
- 3) Y Cheng, M Chini, XM Tong, A Chew, J Biedermann, Y Wu, E Cunningham ZH Chang, “Quantum beats in attosecond time-resolved autoionization ofnkrypton”, APS Division of Atomic and Molecular Physics Meeting 2015, abstract #C4.008

(3) その他 [図書]

- (1) XMTong and N Toshima “Controlling Atomic Photoabsorption by Intense Lasers in the Attosecond Time Domain” Chapter 7 in **Ultrafast Dynamics Driven by Intense Light Pulses** Springer Series on Atomic, Optical, and Plasma Physics 86 (2016) pp 161-176
Editors: Markus Kitzler and Stefanie Gräfe

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース*
HA-PACS	○	1260 時間
HA-PACS/TCA		
COMA	○	900 時間
※配分リソースについては 32node 換算時間をご記入ください。		